

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara fisik, bahan bakar dapat diklasifikasikan menjadi padat, cair, atau gas [1]. Ketiganya digunakan dalam industri semen [1]. Proses pembakaran di setiap lini produksi semen mayoritas menggunakan bahan bakar padat yang berasal dari batu bara. Batu bara yang digunakan untuk proses pembakaran sudah berupa serbuk batu bara (*fine coal*), sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pembakaran [1]. Sebelum batu bara berbentuk *fine coal*, terdapat proses panjang terhadap pengolahan batu bara. Dimulai dari proses penyortiran dan homogenisasi, proses penggilingan (*grinding*), proses penangkapan dan penampungan serbuk batu bara, hingga serbuk batu bara dapat digunakan sebagai bahan bakar pada seluruh peralatan produksi semen.

Pada tahap penangkapan dan penampungan serbuk batu bara, digunakan sebuah alat yang bernama *Electrosatic Precipitator (ESP)*. Hopper ESP berfungsi sebagai penampung sementara *fine coal* yang jatuh dari *collecting plate* [2][3]. *Fine coal* akan turun menuju *screw conveyor* yang berada dibawah hopper ESP [4], selanjutnya *fine coal* akan di transportasikan ke seluruh peralatan yang membutuhkan batu bara sebagai bahan bakar melalui aliran fluida udara bertekanan tinggi yang dihasilkan oleh kompressor.

Permasalahan yang sering muncul pada hopper ESP Coal Mill Pabrik Indarung IV adalah seringnya terjadi penumpukan material (*coating*) pada dinding – dinding hopper ESP, sehingga pada temperatur tertentu akan membuat *coating fine coal* dapat terbakar dan menimbulkan bahaya bagi keselamatan pekerja, serta keberlangsungan produksi semen [3]. *Coating* juga dapat menyebabkan terganggunya distribusi aliran *fine coal* di dalam hopper ESP, sehingga dapat mengurangi jumlah pasokan *fine coal* yang akan digunakan untuk bahan bakar pada proses produksi semen. *Coating* disebabkan oleh adanya pengaruh kadar air yang terkandung pada sebuah partikel material. Kadar air berpengaruh terhadap gesekan dan sifat kohesif pada partikel, baik antar partikel lain ataupun dengan dinding hopper [5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa partikel dengan kadar air

yang sedikit, relatif lebih mudah luruh dari hopper. Jika kadar air yang dimiliki oleh partikel tinggi, maka partikel akan cenderung menjadi sulit untuk luruh dari hopper. Gesekan dan sifat kohesif akan memberikan dampak negatif pada *flowability* partikel, sifat kohesif bekerja pada partikel yang basah karena dapat membuat partikel material menjadi saling mengikat (*particulate aggregation*) [5]. Dalam operasi apapun yang melibatkan padatan partikulat, penyimpanan, aliran, dan penanganan material serbuk, membutuhkan suatu penanganan dan desain peralatan khusus secara keseluruhan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi [6][7].

Salah satu cara pekerja untuk mengatasi permasalahan yang terjadi yaitu dengan melakukan penggetaran berupa pemukulan pada dinding – dinding hopper ESP secara manual, dengan menggunakan palu pada titik – titik yang telah ditentukan. Penggetaran adalah cara paling umum dan efektif untuk menyelesaikan permasalahan aliran material serbuk (*powder material*) dan memulihkan aliran material [7]. Proses pemukulan menggunakan tenaga manusia terbilang kurang efektif, selain menyita banyak waktu dan tenaga, potensi kecelakaan terhadap pekerja juga terbilang tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah mekanisme untuk menggantikan peran manusia dalam mengatasi permasalahan yang terjadi. Mekanisme yang dirancang diharapkan dapat beroperasi secara efektif dalam melepaskan *coating fine coal* yang menempel pada dinding hopper ESP.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh para peneliti untuk menganalisis permasalahan aliran material serbuk yang berada didalam hopper. Zhang et al. [5] melakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian getaran terhadap peluruhan material serbuk bauksit yang berada didalam hopper dengan pengaruh kandungan air yang terdapat didalam partikel bauksit, penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi yang telah diperoleh menggunakan *software discrete element method* (DEM) dibandingkan dengan hasil yang diperoleh melalui eksperimen yang dilakukan. Kumar et al. [8] melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi sudut hopper terhadap aliran massa dan kecepatan rata – rata material serbuk yang berada didalamnya, penelitian dilakukan dengan cara melakukan simulasi menggunakan *software* DEM. Rohilla et al. [3] melakukan penelitian mengenai sifat fisik dan sifat aliran *fly ash* yang dikumpulkan dari tujuh bidang hopper ESP, diselidiki dengan menggunakan *Powder Flow Tester*

yang beroperasi berdasarkan metodologi Jenike, dari penelitian yang dilakukan diperoleh bahwa *fly ash* dari hopper ESP yang berbeda memiliki sifat aliran yang berbeda.

Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis dinamik terhadap mekanisme penggetar yang telah digunakan pada hopper ESP Coal Mill Pabrik Indarung IV, untuk memperoleh frekuensi pribadi dan modus getar [9]. Sehingga berdasarkan hasil analisis tersebut, akan dilakukan perancangan ulang mekanisme penggetar, serta dilakukan analisis dinamik terhadap rancangan pemodelan mekanisme penggetar terbaru yang telah dibuat untuk memperoleh frekuensi pribadi, modus getar, dan grafik *frequency response function* (FRF) yang dihasilkan. Perancangan dan analisis dinamik mekanisme penggetar akan menggunakan sistem simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) [10][11], sehingga penelitian yang dilakukan memperoleh hasil yang maksimal dan mudah dilakukan variasi terhadap variabel yang akan diuji.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, permasalahan yang muncul pada hopper ESP adalah terbentuknya *coating fine coal* pada dinding hopper ESP. Sehingga dibutuhkan sebuah modifikasi mekanisme yang akan digunakan untuk melepaskan *coating fine coal* yang menempel pada dinding – dinding hopper ESP.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh karakteristik dinamik berupa frekuensi pribadi dan modus getar dari hopper ESP Coal Mill Pabrik Indarung IV.
2. Memperoleh grafik fungsi respon frekuensi (FRF) pengaruh mekanisme penggetar terhadap hopper ESP Coal Mill Pabrik Indarung IV.
3. Mengetahui tegangan Von Mises maksimum pengaruh pembebanan mekanisme penggetar terhadap hopper ESP Coal Mill Pabrik Indarung IV.
4. Merancang ulang *Impact Hammer* (mekanisme penggetar) untuk melepaskan *coating fine coal* yang menempel pada dinding – dinding hopper ESP Coal Mill Pabrik Indarung IV.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui karakteristik dinamik hopper ESP sehingga dapat meningkatkan efektifitas melepaskan *coating fine coal* yang melekat pada dinding hopper ESP dengan menggunakan alat bantu berupa mekanisme penggetar.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Hopper yang dibahas dalam penelitian merupakan hopper yang terdapat pada ESP Coal Mill Pabrik Indarung IV PT.Semen Padang.
2. Penelitian hanya berfokus pada sistem kerja yang terdapat di hopper ESP dan mekanisme penggetar Coal Mill Pabrik Indarung IV PT.Semen Padang.
3. Simulasi penelitian dilakukan dengan mengabaikan pengaruh temperatur yang berada pada hopper ESP.
4. Getaran bersifat linear dengan simpangan kecil.
5. Material bersifat linear elastik.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun atas lima bab dengan pembahasannya masing – masing. Pada bab pertama berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Selanjutnya pada bab kedua berisi tentang teori dasar yang digunakan dalam penelitian, seperti pengenalan dasar tentang *Electrostatic Precipitator* (ESP), penanganan material serbuk, teori kegagalan, getaran, dasar – dasar *finite element method* (FEM), dan pengenalan pengujian *bump test*. Sedangkan pada bab ketiga berisi tentang metodologi penelitian, berupa skema penelitian, proses pemodelan dan analisis yang dilakukan, dan *software* yang akan digunakan dalam melakukan penelitian ini. Pada bab keempat berisi tentang hasil dan pembahasan yang telah diperoleh dari penelitian dalam bentuk gambar dan grafik. Terakhir, pada bab kelima berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.